

(19) JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

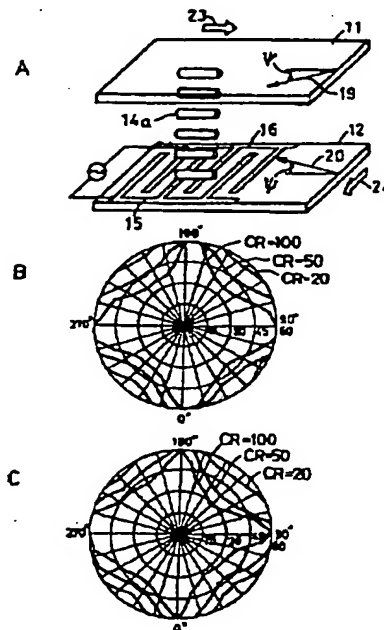
(11) Publication number: **09080436 A**(43) Date of publication of application: **28.03.97**(51) Int. Cl. **G02F 1/1337**  
**G02F 1/1343**(21) Application number: **07231635**(22) Date of filing: **08.09.95**(71) Applicant: **HOSIDEN CORP**(72) Inventor: **MATSUMOTO SHOICHI**  
**SEYAMA SHUICHI**  
**MORIYA MITSUO**(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a liquid crystal display element having a high visual field angle and high contrast by setting the pretilt angles formed by the major axis direction of liquid crystal molecules with substrates within a specific range.

**SOLUTION:** The orientation directions (arrows 19, 20) of the liquid crystal molecules in the off-state of the liquid crystal display element of an IPS system are set perpendicular to the longitudinal direction of the teeth of comb tooth electrodes 15, 16 and nearly parallel with the substrates 11, 12 and are parallel orientation facing the same direction. The angles formed by the major axis of the liquid crystal molecules with the substrates 11, 12, i.e., the pretilt angles  $\psi$  are so set as to be kept within the range of 0 to 1.5°. The equal contrast curve of the liquid crystal display element of the IPS system is such that the contrast in the major axis direction of the liquid crystal molecules is high but the contrast is poor and there is the relatively strong dependency on visual angles in the minor axis direction and other specific directions. The probable reason thereof lies in that the liquid crystal molecules have the relatively high pretilt angles and the incident light receives the double refraction effect of the liquid crystal molecules. The double refraction effect is, thereupon, suppressed in all directions by setting the pretilt angles low.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



特開平9-80436

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

|                            |        |        |         |        |
|----------------------------|--------|--------|---------|--------|
| (51) Int. Cl. <sup>4</sup> | 識別記号   | 庁内整理番号 | F I     | 技術表示箇所 |
| G 0 2 F                    | 1/1337 |        | G 0 2 F | 1/1337 |
|                            | 1/1343 |        |         | 1/1343 |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

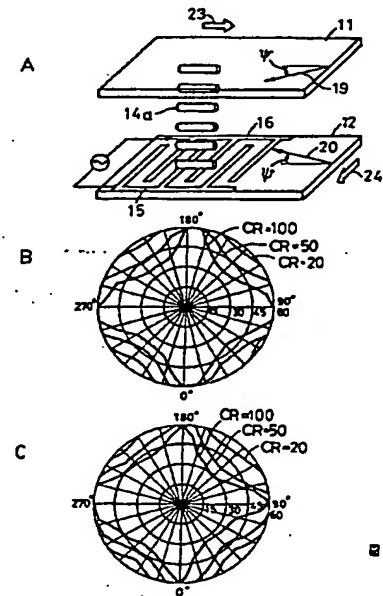
|           |                |          |   |
|-----------|----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平7-231635    | (71) 出願人 | 000194918<br>ホシデン株式会社<br>大阪府八尾市北久宝寺1丁目4番33号 |
| (22) 出願日  | 平成7年(1995)9月8日 | (72) 発明者 | 松本 正一<br>兵庫県神戸市西区高塚台4-3-1 ホシデン株式会社開発技術研究所内  |
|           |                | (72) 発明者 | 瀬山 秀一<br>兵庫県神戸市西区高塚台4-3-1 ホシデン株式会社開発技術研究所内  |
|           |                | (72) 発明者 | 守屋 光雄<br>兵庫県神戸市西区高塚台4-3-1 ホシデン株式会社開発技術研究所内  |
|           |                | (74) 代理人 | 弁理士 草野 卓 (外1名)                              |

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

## (57) 【要約】

【課題】 In-Plane-Switching方式液晶表示素子の視野角及びコントラストを大とする。

【解決手段】 基板12上に互いに噛み合った櫛歯電極15、16が形成され、基板11、12間にn形ネマチック液晶が封入され、その分子の長軸は無電界で基板11に平行し、電極15、16の歯と直交する平行配向とされ、初配向時の液晶分子長軸が基板11、12に対しなすプレチルト角 $\Psi$ は $0^\circ \sim 1.5^\circ$ の範囲内とされている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 イン・ブレイン・スイッチング方式の液晶表示素子において、基板面の液晶分子配向のプレチルト角が $0^{\circ}$ から $1.5^{\circ}$ の間に設定することを特徴とする液晶表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はイン・ブレイン・スイッチング方式の液晶表示素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示素子は軽量・薄型・低消費電力などの特性を生かし、各種情報機器端末やビデオ機器などに使用されている。これらの液晶表示素子はTN（ツイスト・ネマチック）やSTN（スーパー・ツイスト・ネマチック）形に代表される液晶表示素子が大部分であった。しかしこの従来の液晶表示素子は実用化されているが、視野角が比較的狭いという問題があった。

【0003】このような点から、イン・ブレイン・スイッチング（IPS: In-Plane-Switching）方式の液晶表示素子の提案がなされている（例えば文献 JAPAN DISPL AY' 92-547 ~550 R. Kiefer他、"p2-30 In-Plane Switching of Nematic Liquid Crystals"、特開昭60-218624号公報参照）。このIPS方式の液晶表示素子は走査電極と信号電極が櫛歯状に形成された基板と、電極が形成されていない基板との間に液晶が封入された構造をしている。

【0004】例えば図5に示すように、ガラスのような透明基板11、12の周囲がシール材13で封止固定され、これら基板11、12、シール材13によって形成された空間内に液晶14が封入される。一方の基板12の内面に、図6Aに示すような一対の櫛歯電極15と16とが互いに噛みあった状態で形成され、他方の基板11には電極は形成されていない。基板11、12の各内面に配向膜17、18がそれぞれ形成され、これら配向膜17、18はそれぞれ、櫛歯電極15、16の各歯の長手方向と直交する方向に配向処理がなされている。その配向方向をそれぞれ矢印19、20で示す。従って液晶14の液晶分子14aの長軸は櫛歯電極15、16の各歯の長手方向と直角方向と直角な方向で、かつ基板11、12とそれぞれ平行に配向されている。基板11、12の外面にそれぞれ偏光板21、22が形成され、一方の偏光板21の偏向方向23は配向方向19と同一とされているが、他方の偏光板22の偏向方向24は配向方向20、偏向方向24と直交方向とする方向とされている。

【0005】図5に示した電極15、16間に電圧を印加しない状態では、この液晶表示素子に入射された光はその入射側の偏光板例えば21により直線偏向とされ、その偏向方向と液晶分子14aの長軸方向とが一致しているから、偏向方向を変えられることなく液晶14を透

過するため、出射側の偏光板22に達した光の偏光方向はその偏光板21の偏光方向と直交し、遮断される。

【0006】しかし電極15、16間に電圧を印加すると、これら電極15、16の櫛歯間の電界により基板12に近い液晶分子14aの長軸方向が、図6Bに示すように櫛歯電極の歯の長手方向と平行する方向に曲げられる。よって基板11側から入射され、偏光板21により直線偏向とされた光は液晶14を透過中にその偏向方向がほぼ $90^{\circ}$ 度曲げられ、偏光板22を透過する。

【0007】このような液晶表示素子により画像を表示するには、例えば図6Aに示した一対の櫛歯電極15、16を、各画素対応に設け、その各一対の櫛歯電極の一方を走査電極とし、他方を信号電極とする。このIPS方式液晶表示素子は図5Bに示すように、基板11、12間の真中における基板11、12と平行な面に対し、対称構造になっているため、視野角が広いと云われ、前記英文の文献において、電子計算機によるシミュレーションの結果は従来のTNやSTN形の液晶表示素子よりも視角依存性が小さいことが示されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、IPS方式液晶表示素子を実際に作製し、実験した所、等コントラスト曲線は例えば図7A、Bに示すように、液晶分子の長軸方向（ $90^{\circ}$ — $270^{\circ}$ 方向）におけるコントラストは高いが、液晶分子短軸方向（ $0^{\circ}$ — $180^{\circ}$ 方向）や $0^{\circ}$ と $90^{\circ}$ の間、 $90^{\circ}$ と $180^{\circ}$ の間の方向においてはコントラストが可なり悪くなり、比較的強い視角依存性があり、視野角が狭いものであることが判明した。

【0009】この原因を種々の実験研究により追求した所、オフ状態において図5Bの矢印I—I'から見た場合の液晶分子の配向状態は図8に示すようになっていて、矢印A又はB方向からIPS方式液晶表示素子を見ると、液晶分子が比較的高いプレチルト角となっており、矢印A又はB方向の入射光は液晶分子の複屈折効果を受け、視野角が狭くなっていると推定するに至った。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】そこでこの発明ではIPS方式液晶表示素子において、液晶分子配向のプレチルト角が $0^{\circ}$ — $15^{\circ}$ の範囲に設定されている。つまりこの発明では前記推定に立脚してプレチルト角を低くし、あらゆる方向においても複屈折効果が抑えられ、視角特性を改善する。

## 【0011】

【発明の実施の形態】液晶表示素子の構造は図5に示した従来と同様のものとするができるが、図1Aに示す実施例では、オフ状態で液晶分子の配向方向は矢印19、20として示すように、櫛歯電極15、16の歯の長手方向と直角で基板11、12とほぼ平行とされ、同一方向を向いた平行配向であるが特にこの発明では液晶

分子の長軸が基板11、12となす角度、つまりプレチルト角 $\Psi$ が $0^\circ \sim 15^\circ$ の範囲内になるように設定されている。

#### 実施例1

次に実験例1を述べる。図1A、図5Bに示す構成において、液晶分子14aとして液晶分子の長軸に平行な方向の誘電率の方が、短軸に平行な方向のそれよりも小さいn形のネマチック液晶であるZLI-2857（メルク製）を用い、低プレチルト用配向膜17及び18としてSE-1180（日産化学工業製）を用いて、プレチルト角 $\Psi$ を $0.8^\circ$ に設定した。このときの等コントラスト曲線を図1Bに示す。この結果より、ほぼ上下左右対称で広視野となり、またコントラストについても良好で、液晶表示素子の正面でのコントラスト比は600を得た。

【0012】さらに、配向膜17、18のみ変更して、同液晶でプレチルト角 $0.3^\circ$ を示すJALS-394（日本合成ゴム製）及びプレチルト角 $1.5^\circ$ を示すSE-410（日産化学工業製）を用いた。この実験結果を図2に示すプレチルト角 $1.5^\circ$ のものについての等コントラスト曲線を図1Cに示す。これらよりプレチルト角が $0.3^\circ$ 、 $1.5^\circ$ において広視野かつ高コントラストな特性が得られた。

#### 実施例2

実施例1におけるセル構成から液晶を液晶分子14aの長軸に平行な方向の誘電率の方が、短軸に平行な方向のそれよりも大きいp形の液晶（MJ89727：メルク製）に変更して液晶表示素子を作製した。このとき、無電界時の初期配向は、同一方向を向いた平行配向であるが液晶分子14aの長軸が電極15及び16の歯部分と平行になるように配向させた。

【0013】ここで、配向膜17、18は、実施例1と同一品を用いた。その実験結果を図3に示す。この図3から理解されるようにn形の液晶を用いたものと同様にp形の液晶を用いたものも低プレチルト角とすることにより広視野かつ高コントラストな特性が得られた。

#### 比較例1

実施例1におけるセル構成から配向膜16、17を中プレチルト乃至高プレチルト用配向膜に変更して液晶表示素子を作製した。即ち配向膜16、17は、LQ-1800（日立化成工業製）を用いて実施例1で示した液晶分子との組み合わせでプレチルト角 $6.5^\circ$ とした。このときの等コントラスト曲線を図7Bに示す。その実験結果より、分子短軸方向（ $0^\circ \sim 180^\circ$ 方向）に強い視角依存性を有しており、視角が狭く、コントラスト比も240と小さいものであることがわかる。

【0014】さらに配向膜16、17のみ変更して、同液晶でプレチルト角 $2.3^\circ$ を示すSE-2170（日産化学工業製）及びプレチルト角 $3.8^\circ$ を示すLX-1400（日立化成工業製）を用いた。これらの実験結

果を図2中の比較例1に示す。これらの場合も視角依存性を有しておりコントラスト比も実施例1に比べ低下している。

#### 比較例2

実施例2におけるセル構成から配向膜16、17を中プレチルト乃至高プレチルト用配向膜に変更して液晶表示素子を作製した。即ち配向膜16、17は、比較例1と同一品を用いた。その実験結果を図3中の比較例2に示す。この比較例2によればn形の液晶を用いた比較例1と同様にp形の液晶を用いた表示素子も視角依存性を有しており、コントラスト比も、実施例2に比べ低下している。

【0015】以上、実施例1、実施例2、比較例1、及び比較例2の結果から明らかなように、IPS方式の液晶表示素子においては、視野角に優れ、かつ高コントラストを実現するには、基板上の液晶分子配向のプレチルト角を $0^\circ \sim 1.5^\circ$ の範囲内に設定することが非常に効果的であることが分った。IPS方式液晶表示素子としては、図5に示した構成に限らず、例えば図4に示すように無電界状態で液晶分子14aの長軸が電極15、16が形成された基板12側では、歯電極15、16の歯部分の長手方向と直交方向とされるが、基板11側では歯電極15、16の歯部分の長手方向と平行な方向とされ、つまり、全体としてねじれ配向とされている。この場合の基板11側の偏光板21（図示せず）の偏光方向23は電極15、16の歯と平行とされ、基板12側の偏光板22（図示せず）の偏光方向24も電極15、16の歯と平行とされる。電極15、16間に電界が印加されていない状態ではこのIPS方式液晶表示素子を光は透過しないが、電極15、16間に電界が印加されると、基板12側の液晶分子14aの長軸が電極15、16の歯と平行となり、つまり基板11側の液晶分子の長軸と同一方向となり、光が透過する。このIPS方式液晶表示素子にもこの発明が適用でき、つまり図4に配向膜を示していないが、基板11、12側の初期配向におけるプレチルト角 $\Psi$ は $0^\circ \sim 15^\circ$ の低い範囲とされる。

【0016】更に上述では電極15、16間に電界を印加しない状態で光が遮断され、電界印加状態で光が透過するノーマリブラック方式の液晶表示素子にこの発明を適用したが、電極15、16間に電界を印加しない状態で光が透過し、電界印加状態で光が遮断されるノーマリホワイト方式の液晶表示素子にもこの発明を適用できる。ノーマリホワイト方式にするには、図4、図5Aにおいてそれぞれ偏光方向24を $90^\circ$ かえて電極15、16の歯と直交方向とすればよい。

#### 【0017】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によればIPS方式液晶表示素子において液晶分子の長軸方向が基板となすプレチルト角が $0^\circ \sim 15^\circ$ の範囲内に設定する

ことにより、従来よりも高視野角かつ高コントラストのものが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 Aはこの発明による液晶表示素子の要部の一例を示す分解斜視図、B及びCは実施例素子の等コントラスト特性図である。

【図2】 この発明の実施例1と比較例1におけるプレチルト角、配向膜、液晶材料、正面のコントラスト値、視角特性の良否を示す図。

【図3】 この発明の実施例2と比較例2におけるプレチルト角、配向膜、液晶材料、正面のコントラスト値、視

角特性の良否を示す図。

【図4】 この発明の要部の他の例を示す分解斜視図。

【図5】 Aは従来のIPS方式液晶表示素子の要部の分解斜視図、Bはその組立てた状態を示す断面図である。

【図6】 Aは基板12上の楕円電極15、16の例を示す平面図、Bは図5Bに示した素子の電極15、16間に電界を印加した状態を示す図である。

【図7】 比較例1の等コントラスト特性図を示す図。

【図8】 図5BのI-11矢印方向から見た場合に推定される液晶分子の配向の様子を示す図。

【図1】

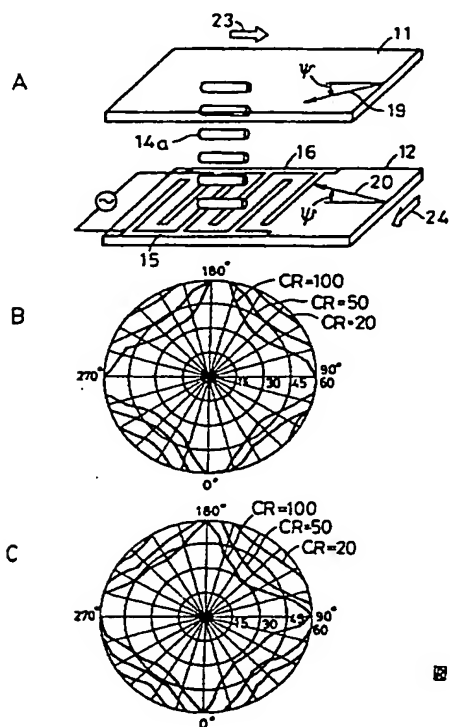


図 1

【図4】

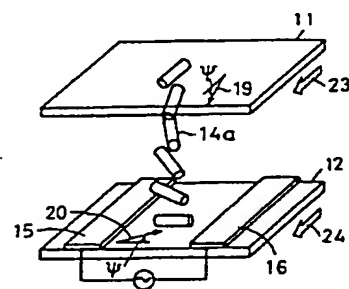


図 4

【図7】

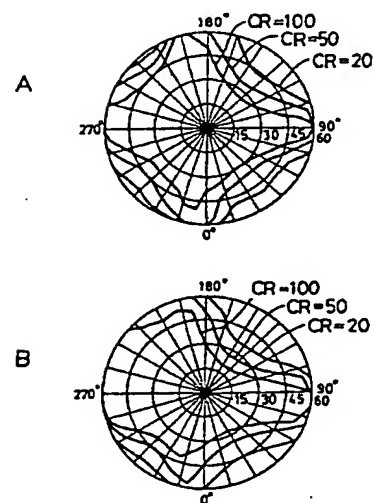


図 7

【図2】

|      | ブレチルト角 | 配 向 膜                 | 液 晶 材 料            | 正面のCR値 | 視 覚 特 性   |
|------|--------|-----------------------|--------------------|--------|-----------|
| 実施例1 | 0.3°   | JALS-394<br>(日本合成ゴム製) | ZLI-2857<br>(メルク製) | 710    | ◎         |
|      | 0.8°   | SE-1180<br>(日産化学工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 600    | ◎ (図1B)   |
|      | 1.5°   | SE-410<br>(日産化学工業製)   | ZLI-2857<br>(メルク製) | 510    | ○ (図1C)   |
| 比較例1 | 2.3°   | SE-2170<br>(日産化学工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 380    | △~× (図7A) |
|      | 3.8°   | LX-1400<br>(日立化成工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 310    | ×         |
|      | 6.5°   | LO-1800<br>(日立化成工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 240    | × (図7B)   |

図2

【図3】

|      | ブレチルト角 | 配 向 膜                 | 液 晶 材 料           | 正面のCR値 | 視 覚 特 性 |
|------|--------|-----------------------|-------------------|--------|---------|
| 実施例2 | 0.4°   | JALS-394<br>(日本合成ゴム製) | MJ89727<br>(メルク製) | 650    | ◎       |
|      | 0.8°   | SE-1180<br>(日産化学工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 540    | ◎       |
|      | 1.3°   | SE-410<br>(日産化学工業製)   | MJ89727<br>(メルク製) | 490    | ○       |
| 比較例2 | 2.1°   | SE-2170<br>(日産化学工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 410    | △~×     |
|      | 2.6°   | LX-1400<br>(日立化成工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 390    | ×       |
|      | 3.3°   | LO-1800<br>(日立化成工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 370    | ×       |

図3

【図5】

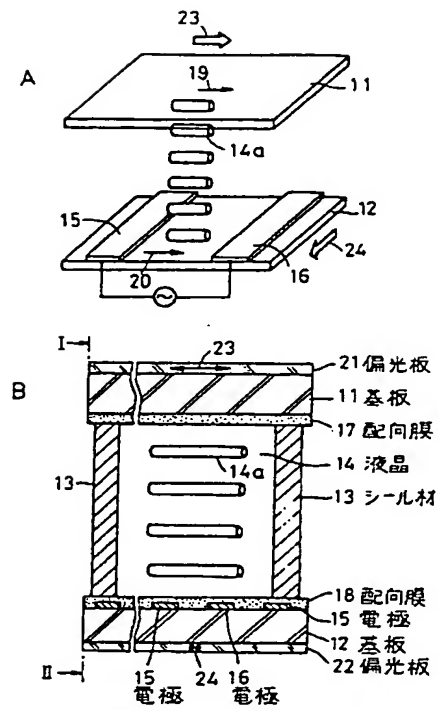


図5

【図8】

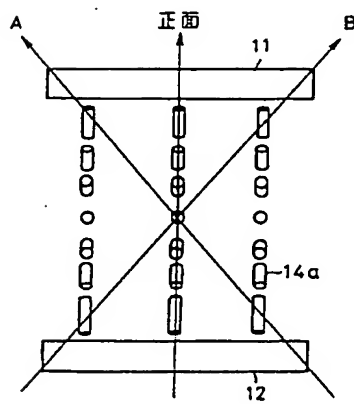


図8

【図6】

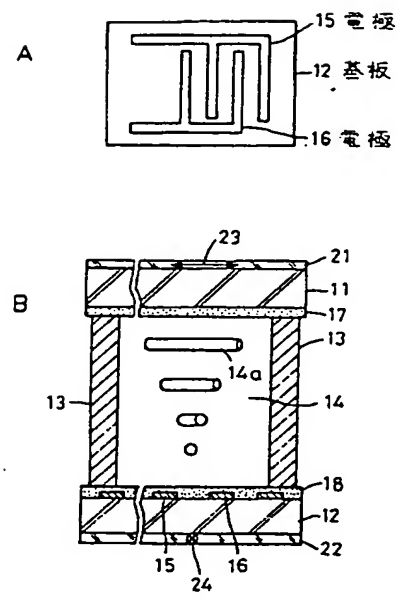


図6

## 【手続補正書】

【提出日】平成 7 年 12 月 8 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】そこでこの発明では IPS 方式液晶表示素子において、液晶分子配向のプレチルト角が  $0^\circ \sim 1.5^\circ$  の範囲に設定されている。つまりこの発明では前記推定に立脚してプレチルト角を低くし、あらゆる方向においても複屈折効果が抑えられ、視角特性を改善する。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】

【発明の実施の形態】液晶表示素子の構造は図 5 に示した従来と同様のものとするができるが、図 1A に示す実施例では、オフ状態で液晶分子の配向方向は矢印 19、20 として示すように、歯歯電極 15、16 の歯の長手方向と直角で基板 11、12 とほぼ平行とされ、同一方向を向いた平行配向であるが特にこの発明では液晶分子の長軸が基板 11、12 となす角度、つまりプレチルト角  $\Psi$  が  $0^\circ \sim 1.5^\circ$  の範囲内になるように設定されている。

## 実施例 1

次に実施例 1 を述べる。図 1A、図 5B に示す構成において、液晶分子 14a として液晶分子の長軸に平行な方向の誘電率の方が、短軸に平行な方向のそれよりも小さい n 形のネマチック液晶である ZLI-2857 (メルク製) を用い、低プレチルト用配向膜 17 及び 18 として SE-1180 (日産化学工業製) を用いて、プレチルト角  $\Psi$  を  $0.8^\circ$  に設定した。このときの等コントラスト曲線を図 1B に示す。この結果より、ほぼ上下左右対称で広視野となり、またコントラストについても良好で、液晶表示素子の正面でのコントラスト比は 600 を得た。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0015】以上、実施例 1、実施例 2、比較例 1、及び比較例 2 の結果から明らかなように、IPS 方式の液晶表示素子においては、視野角に優れ、かつ高コントラストを実現するには、基板上の液晶分子配向のプレチルト角を  $0^\circ \sim 1.5^\circ$  の範囲内に設定することが非常に効果的であることが分った。IPS 方式液晶表示素子としては、図 5 に示した構成に限らず、例えば図 4 に示すように無電界状態で液晶分子 14a の長軸が電極 15、16 が形成された基板 12 側では、歯歯電極 15、16 の歯部分の長手方向と直交方向とされるが、基板 11 側では歯歯電極 15、16 の歯部分の長手方向と平行な方向とされ、つまり、全体としてねじれ配向とされている。この場合の基板 11 側の偏光板 21 (図示せず) の偏光方向 23 は電極 15、16 の歯と平行とされ、基板 12 側の偏光板 22 (図示せず) の偏光方向 24 も電極 15、16 の歯と平行とされる。電極 15、16 間に電界が印加されていない状態ではこの IPS 方式液晶表示素子を光は透過しないが、電極 15、16 間に電界が印加されると、基板 12 側の液晶分子 14a の長軸が電極 15、16 の歯と平行となり、つまり基板 11 側の液晶分子の長軸と同一方向となり、光が透過する。この IPS 方式液晶表示素子にもこの発明が適用でき、つまり図 4 に配向膜を示していないが、基板 11、12 側の初期配向におけるプレチルト角  $\Psi$  は  $0^\circ \sim 1.5^\circ$  の低い範囲とされる。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば IPS 方式液晶表示素子において液晶分子の長軸方向が基板となすプレチルト角が  $0^\circ \sim 1.5^\circ$  の範囲内に設定することにより、従来よりも高視野角かつ高コントラストのものが得られる。

## 【手続補正 5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 2】



|       | ブレチルト角 | 配 向 膜                 | 液 晶 材 料            | 正面のCR値 | 視 角 特 性   |
|-------|--------|-----------------------|--------------------|--------|-----------|
| 実施例 1 | 0. 3°  | JALS-394<br>(日本合成ゴム製) | ZLI-2857<br>(メルク製) | 710    | ⊕         |
|       | 0. 8°  | SE-1180<br>(日産化学工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 600    | ⊕ (図1B)   |
|       | 1. 5°  | SE-410<br>(日産化学工業製)   | ZLI-2857<br>(メルク製) | 510    | ○ (図1C)   |
| 比較例 1 | 2. 3°  | SE-2170<br>(日産化学工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 380    | △~× (図7A) |
|       | 3. 8°  | LX-1400<br>(日立化成工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 310    | ×         |
|       | 6. 5°  | LQ-1800<br>(日立化成工業製)  | ZLI-2857<br>(メルク製) | 240    | × (図7B)   |

図 2

【手続補正 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】

|       | ブレチルト角 | 配 向 膜                 | 液 晶 材 料           | 正面のCR値 | 視 角 特 性 |
|-------|--------|-----------------------|-------------------|--------|---------|
| 実施例 2 | 0. 4°  | JALS-394<br>(日本合成ゴム製) | MJ89727<br>(メルク製) | 650    | ⊕       |
|       | 0. 8°  | SE-1180<br>(日産化学工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 540    | ⊕       |
|       | 1. 3°  | SE-410<br>(日産化学工業製)   | MJ89727<br>(メルク製) | 490    | ○       |
| 比較例 2 | 2. 1°  | SE-2170<br>(日産化学工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 410    | △~×     |
|       | 2. 8°  | LX-1400<br>(日立化成工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 390    | ×       |
|       | 3. 3°  | LQ-1800<br>(日立化成工業製)  | MJ89727<br>(メルク製) | 370    | ×       |

図 3